



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Antena RLSA

Berdasarkan topik penelitian tentang analisa teknik pemotongan 1/4 lingkaran pada antena RLSA (*Radial Line Slot Array*) untuk frekuensi 5,8 GHz terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang terkait topik penelitian tersebut diantaranya sebagai berikut.

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) mulai dikembangkan setelah penelitian yang dilakukan G.C Southworth pada tahun 1946 berhasil merancang *Radial Line Slot Antenna* yaitu jenis antena yang dapat digunakan untuk sistem komunikasi radio jarak jauh [2]. Pada tahun 1957, seorang peneliti bernama K . C. Kelly memperkenalkan konsep *Radial Line Slot Antenna* lingkaran yang memiliki *slot-slot* tersusun berbentuk cincin dari berbagai arah dengan pola radiasi berbentuk pensil. Pada tahun 1960, *Radial Slot Antenna* mengalami pengembangan dan penyempurnaan dan mulai digunakan sebagai perangkat untuk mengirim dan menerima sinyal pada sistem komunikasi satelit [1-2].

Pada tahun 1980 antena RLSA mulai dikembangkan di Jepang. Pengembangan antena ini diawali oleh peneliti Goto dan Yamato yang melakukan penelitian antena RLSA dengan merancang struktur antena dua lapisan berongga yang memiliki *feeder* dipusat antena dan menggunakan teknik pengaturan *slot* yang melingkar [2]. Namun, mahalanya biaya pabrikasi struktur antena menjadi kelemahan antena ini. Pada tahun 1985, M. Ando dan peneliti lainnya juga berhasil melakukan pengembangan untuk meningkatkan kinerja antena RLSA yaitu dengan teknik pengaturan *slot* [3], teknik *beamsquint* [4], teknik variasi panjang *slot* dan jarak *slot*[5], teknik spiral penyesuaian *slot*[6], dan teknik *slot* penghapusan sinyal refleksi pada antena RLSA[7] dimana pengembangan telah berhasil membuat anten RLSA dapat diterapkan pada aplikasi *Direct Broadcast Satellite* (DBS) pada frekuensi Ku- Band di Jepang[6],[7],[8].

Keberhasilan penelitian antena RLSA oleh para peneliti dari Jepang tersebut, mendorong peneliti dari negara lain untuk melakukan penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan kinerja antenna RLSA yang dapat diterapkan pada aplikasi yang lain salah satunya (*wireless*) LAN. Pada tahun 2002, A. R. Tharek dan I. K. Farah Ayu peneliti dari Malaysia berhasil mengembangkan antena RLSA untuk aplikasi komunikasi (*wireless*) LAN *indoor* pada frekuensi 5,5 GHz [11]. Selanjutnya pada tahun 2004. Zagriaski dan K. S. Bialkowaski peneliti dari Australia juga berhasil mengembangkan antena RLSA untuk



perangkat komunikasi (*wireless*) LAN dengan frekuensi *dual band* yaitu 2,4 GHz dan 5,2 GHz [17]. Pada tahun yang sama tepatnya diakhir tahun 2004, M.I Imran peneliti dari Malaysia juga berhasil mengembangkan antenna RLSA untuk aplikasi (*wireless*) LAN pada frekuensi 5,8 GHz, namun kinerja antenna yang dihasilkan masih rendah [2].

Kemudian pada tahun 2007, M. R. U. Islam peneliti dari Malaysia berhasil merancang antenna RLSA untuk komunikasi *point to point* pada frekuensi 5,8 GHz [12]. Pada tahun yang sama M. I. Imran juga melakukan pengembangan lebih lanjut menggunakan teknik *beamsquint* untuk komunikasi *point to point* (*wireless*) LAN pada frekuensi 5,8 GHz, sehingga antenna yang dihasilkan memiliki kinerja lebih baik dari kinerja sebelumnya [13]. Setahun kemudian M. R. U. Islam dan T. A. Rahman melakukan penyempurnaan terhadap rancangan antenna M. I. Imran dengan menggunakan bahan yang lebih murah dan tipis dengan teknik *Flame Retardant 4* (FR-4), sehingga antenna yang dihasilkannya dapat dipabrikasi dan dipasarkan dengan nama *Wireless Communication Centre* (WCC) Bridge [14].

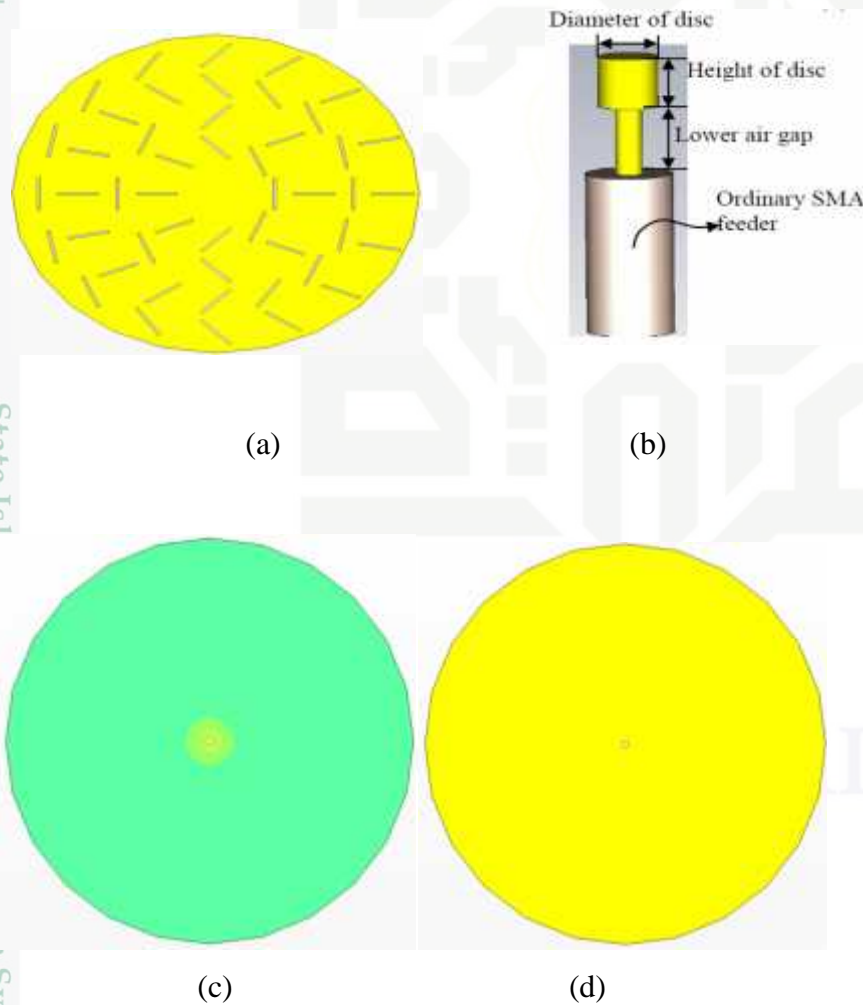
Pada tahun 2013, T. Purnamirza peneliti dari Indonesia berhasil mengembangkan teknik untuk meningkatkan kinerja antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHz yaitu dengan teknik *Flame Retardant 4* (FR-4) dan teknik *extream beamsquint* [10]. Selanjutnya juga berhasil mengembangkan sebuah *software* berbasis bahasa pemrograman *Visual Basic Application* (VBA) yang mampu merancang dan menggambar antenna RLSA dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan perancangan secara manual. Sehingga T. Purnamirza berhasil merancang dan membangun *prototype* antenna RLSA untuk aplikasi (*Wireless*) LAN pada frekuensi 5,8 GHz. Namun tidak hanya itu beliau melakukan penelitiannya, beliau juga melakukan penelitian tentang teknik pemotongan 1/4 pada antenna RLSA dan ternyata bisa dilakukan teknik itu pada antenna tersebut [10]. Tetapi beliau melakukannya sebatas simulasi menggunakan *software*, hasil yang didapatkan yaitu bisa melebarkan *bandwidth* pada antenna RLSA walau pun *gain* pada antenna RLSA turun.

2.2. Karakteristik untuk Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan suatu antenna pemancar berbentuk piringan datar dengan banyak *slot* dan *feeder* yang berada dibelakang *dish* antenna [1]. Antena RLSA mempunyai karakteristik yang menjadi ciri-ciri antenna RLSA dan membedakannya dengan jenis antenna yang lain yaitu sebagai berikut.

2.2.1. Komponen pada Antena RLSA

Komponen dasar antena RLSA terdiri dari *element* pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*, *background*, dan *feeder* [10-15]. *Radiating element* berupa logam tembaga atau kuningan berbentuk piringan datar yang terdiri dari banyak pasang *slot* yang tersusun secara *array*. Bagian rongga (*cavity*) berupa bahan dielektrik berbentuk tabung yang ukurannya sama dengan *radiating element* yang berfungsi *waveguide* yang membawa sinyal dari *feeder* dan menyebarkan sinyal secara radial keseluruh permukaan *radiating element* [1]. Sedangkan bagian *background* terletak dibagian belakang antena berbentuk piringan datar tanpa *slot* yang terbuat dari logam yang sama dengan *radiating element*. *Feeder* merupakan bagian penting dari antena RLSA berbahan logam alumunium, tembaga atau kuningan yang terletak di tengah antena yang berfungsi sebagai pembawa sinyal dari media transmisi ke antena [10-15]. Berikut ini adalah gambaran komponen dasar antena RLSA dan *Feeder*.

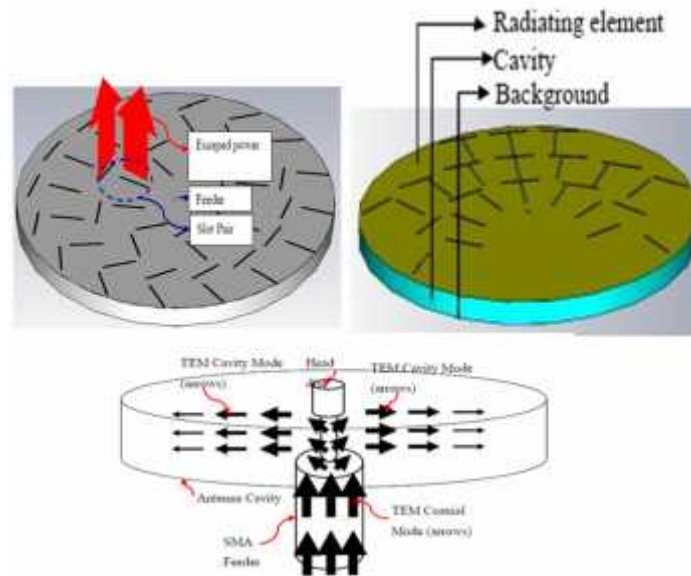


Gambar 2.1. (a) *radiating element* (b) *Feeder* (c) *cavity* (d) *background*

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [10]

2.2.2. Kinerja Antena RLSA

Setiap jenis antena memiliki kerja yang berbeda dalam menjalankan fungsinya. Antena RLSA memiliki sistem kerja seperti gambar ini.



Gambar 2.2. Kinerja Antena RLSA
(Sumber : T . Purnamirza, 2013) [10]

Antena RLSA mengirim dan menerima sinyal gelombang elektromagnetik melalui ruang bebas melalui *slot-slot* yang ada pada *radiating element*. Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana sistem propagasi sinyal melalui dua tahap yaitu TEM *coaxial mode* dan TEM *cavity mode* [10-15]. Sinyal disimbolkan dengan arah panah disalurkan melalui *feeder* yang terletak pada bagian rongga *cavity* antena.

Feeder yang digunakan adalah jenis *Sub Miniature version A* (SMA) yang selanjutnya dimodifikasi dengan menambahkan kepala *disc* seperti gambar 2.2 yang berfungsi mengubah sinyal dari TEM *coaxial mode* menjadi TEM *cavity mode*, sehingga sinyal yang disalurkan *feeder* akan merambat dalam TEM *mode* dengan arah radial pada bagian rongga (*cavity*) yang kemudian dipancarkan melalui banyak pasang *slot* pada *radiating element* menjadi sinyal gelombang elektromagnetik (GEM) [10].

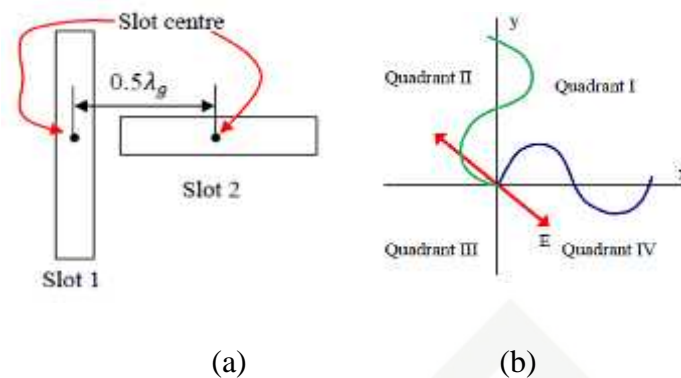
2.2.3. Polarisasi Antena RLSA

Polarisasi antena RLSA memberikan informasi tentang arah orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetika yang dihasilkan oleh antena tersebut. Sepasang *slot* memancarkan sinyal pada *radiating element* antena RLSA. Polarisasi antena RLSA dihasilkan dari penggabungan sinyal sepasang *slot*, seperti gambar dibawah ini [10].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Di larang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.3 Pembentukan Polarisasi antenna RLSA

(Sumber : T . Purnamirza, 2013) [10]

Gambar 2.3.(b) menampilkan ilustrasi dari pasangan *slot*, dimana sinyal dari *slot 1* dengan sinyal dari *slot 2* memiliki beda fasa sebesar 180° dan memiliki jarak setengah panjang gelombang ($0,5 \lambda_g$) satuan lain. Orientasi *slot 1* dengan *slot 2* yang tegak lurus satu sama lain dan pada gambar 2.3.(a) sinyal dari *slot 1* (warna hijau) dan *slot 2* (warna biru) juga tegak lurus satu sama lainnya.

Gambar 2.3.(a) menunjukkan ketika sinyal *slot 1* meningkat dalam nilai positif, sinyal *slot 2* menurun dalam nilai negatif dimana posisi keduanya tegak lurus satu sama lain, maka sinyal yang di hasilkan menjadi garis lurus di kuadran II. Selanjutnya ketika sinyal *slot 1* menurun menuju nol dan sinyal *slot 2* meningkat menuju nol, maka sinyal yang di hasilkan menjadi garis lurus kuadran II, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya . Namun, ketika sinyal *slot 1* menurun dalam nilai negatif dan sinyal *slot 2* meningkat dalam nilai positif, maka sinyal yang di hasilkan akan menjadi garis lurus kuadran IV.

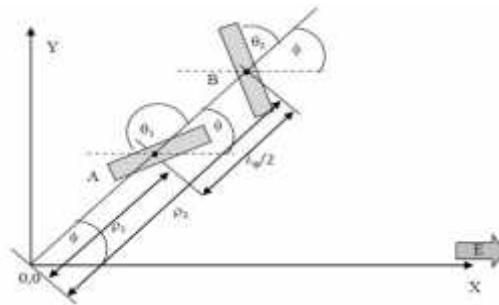
Kemudian sinyal *slot 1* meningkat menuju nol dan sinyal *slot 2* menurun menuju nol, maka sinyal yang di hasilkan menjadi garis lurus kuadran IV, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Sehingga sinyal yang di hasilkan dari *slot 1* dan *slot 2* menghasilkan *slot* yang terlihat seperti linear (garis lurus) dimana perubahan panjang sebagai fungsi waktu yang disebut polarisasi linear [10].

2.2.4. Pengenalan Slot Antena RLS

Antena RLS memiliki banyak pasang *slot* pada *radiating element* setiap pasang *slot* memiliki posisi yang berbeda – beda. Sehingga dilakukan pengaturan letak posisi setiap

pasang slot pada antena RLSA menjadi benar untuk menghindari terjadinya *overlapping*.

Gambar berikut ini menampilkan pengaturan pasang slot.



Gambar 2.4. Pengaturan Geometri Pasangan Slot

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [10]

Gambar 2.4. diatas menunjukkan pengaturan geometri letak posisi pasangan slot (slot A dan B) dan pemasangan sudut kemiringan slot (sudut θ_1 dan θ_2) menggunakan teknik *beamsquint* untuk mendapatkan polarisasi linear. Ada pun rumus persamaan dari pengaturan sudut pada slot yaitu sebagai berikut [10].

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.1)$$

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.2)$$

keterangan :

θ_1 = sudut kemiringan slot 1

θ_2 = sudut kemiringan slot 2

θ_T = sudut *beamsquint* pada arah *elevasi*

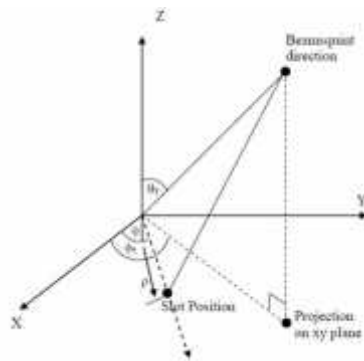
ϕ = sudut *azimuth* dari posisi slot 1 dan slot 2

ϕ_T = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*

2.2.5. Pengaturan Pasangan Slot Antena RLSA

Pasangan slot pada *radiating element* antena RLSA yang membentuk polarisasi linear dinamakan unit radiator. Pengaturan posisi unit radiator pada *radiating element* harus dihitung dan digambarkan dengan tepat dan akurat, karena jika ada kesalahan kecil dapat

mengurangi kinerja antenna yang dihasilkan [10]. Berikut ini gambar yang menampilkan pengaturan geometri unit radiator.



Gambar 2.5. Pengaturan Geometri Unit Radiator

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [15]

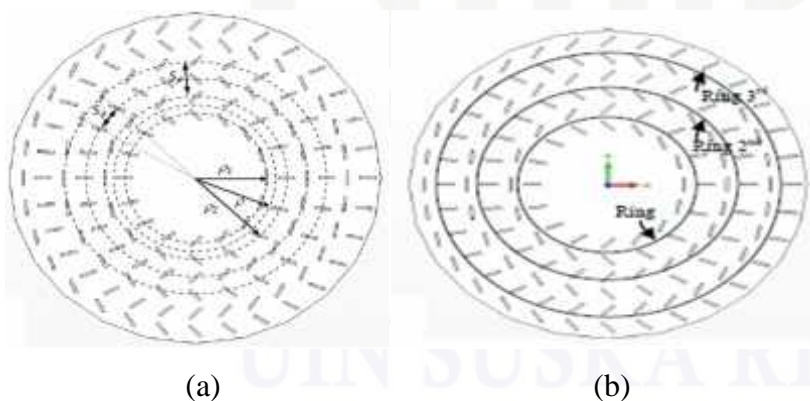
Berdasarkan gambar 2.5. di atas jarak unit radiator dari titik pusat dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [10].

$$\rho_p = \frac{n\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.3)$$

dimana :

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Sedangkan untuk parameter *slot* antenna dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.6. Parameter *slot* antenna RLSA

(Sumber : T. Purnamirza, 2013) [10]

Jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [10].



$$s_p = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.4)$$

Sedangkan jarak antara dua unit radiator yang berdekatan yang terletak pada ring yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [10].

$$s_p = \frac{2\pi\lambda_g}{1 - \xi^2 \sin^2 \theta_T} \quad (2.5)$$

keterangan :

- λ_g = panjang gelombang sinyal didalam *cavity* antenna
- ξ = permitifitas relatif *cavity* antenna
- θ_T = sudut *beamsquint* pada arah elevasi
- ϕ = sudut *azimuth* dari posisi slot 1 dan 2
- ϕ_T = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*
- n = nomor *ring* (1,2,3...)
- q = nomor *integer* (1,2,3...) menyatakan jarak *ring* dari titik pusat antenna
- p = jumlah unit radiasi pada *ring* yang terdalam

Berdasarkan persamaan (2.5) dimana jarak dari pusat unit radiator untuk *slot* 1 atau *slot* 2 adalah $\lambda_g/4$, maka dapat dirumus persamaan jarak antara *slot* dari titik pusat sebagai berikut [10].

$$\rho_{p1} = \frac{n-1+q-0.25 \lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T \cos \phi - \phi_T} \quad (2.6)$$

$$\rho_{p2} = \frac{n-1+q+0.25 \lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T \cos \phi - \phi_T} \quad (2.7)$$

2.2.6. Panjang slot Antena RLSA

Panjang *slot* antenna RLSA adalah jarak antara *slot* dengan titik pusat antenna tersebut. Antena RLSA memiliki panjang *slot* pada bagian *radiating element* yang bervariasi dengan tujuan setiap *slot* menghasilkan pola pancaran yang sama. Panjang *slot* dengan variabel p dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini [10].



$$L_{rad} = 4.9876 \times 10^{-3} \rho \frac{12.5 \times 10^9}{f_0} \quad (2.8)$$

2.3. Parameter pada Antena RLSA

Antena merupakan salah satu perangkat yang digunakan pada sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang dapat mengirim dan menerima sinyal melalui ruang bebas [16]. Berdasarkan *Institute Electrical and Electronics Engineer* (IEEE) antena adalah satu bagian dari sistem pemancar dan penerima yang dirancang untuk memancar dan menerima gelombang elektromagnetik [1]. Kinerja suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter yang dimiliki antena tersebut. Beberapa dari parameter antena saling berkaitan satu sama lain. Adapun beberapa parameter antena yang biasa digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah *bandwidth*, *beamwidth*, direktivitas (pengarahan), efisiensi, *gain* antena, impedansi antena, pola radiasi (*radiation pattern*), polarisasi, *return loss*, dan *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR) [16].

2.3.1. Bandwidth Antena

Bandwidth antena merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antena yang membuat antena dapat memiliki spesifikasi sesuai dengan yang ditetapkan. Spesifikasi ini meliputi impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, dan *return loss*. Sehingga suatu antena yang memiliki spesifikasi tertentu hanya akan memenuhi spesifikasi tersebut dalam rentang frekuensi kerja sesuai nilai *bandwidth* yang diberikan [16]. *Bandwidth* suatu antena memiliki beberapa jenis yaitu sebagai berikut:

- Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi dimana antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran transmisi. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR dimana nilai *return loss* dianggap baik -10 dB.
- Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi dimana *bandwidth*, *sidelobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi dan memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai *bandwidth* dapat dicari.
- Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi dimana polarisasi masih terjadi.

Bandwidth suatu antenna dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$BW = f_{max} - f_{min} \quad (2.9)$$

keterangan :

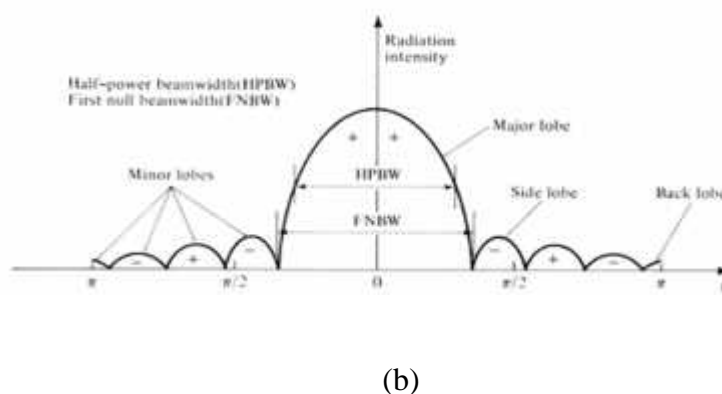
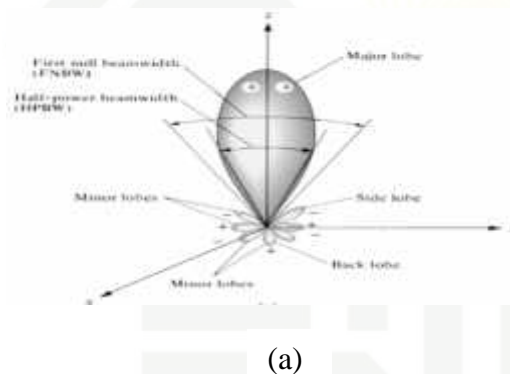
BW = bandwidth

(fmin) = frekuensi terendah

(fmax) = frekuensi tertinggi

2.3.2. Beamwidth Antena

Beamwidth antenna merupakan besar berkas antenna yang ditunjukkan dengan sudut pancaran antenna. Berkas antenna ini memiliki luas yang disebut luas berkas (beam area) yaitu luas sudut ruang yang mewakili arah pancaran daya dari antenna. Berikut ini adalah gambar pola radiasi yang menunjukkan bagian *lobe-lobe* suatu antenna [16].



Gambar 2.7. (a) Pola Radiasi plot 3D (b) Pola radiasi plot linear dengan bagian-bagiannya
(Sumber : Balanis, 2005) [16]

keterangan :



- Main lobe/major lobe* (pancaran utama) adalah daerah pancaran terbesar di sekitar arah radiasi maksimum (daerah diantara puncak radiasi dan 3 dB)
- Side lobe/minor lobe* (pancaran sisi) adalah daerah pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama dan digunakan untuk menentukan karakteristik pola radiasi
- Back lobe* (pancaran belakang) adalah daerah pancaran ke arah belakang
- Half Power Beamwidth* (HPBW) atau lebar pancaran setengah daya adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang 50 % (-3dB) dari puncak utama
- Final Null Beamwidth*(FNBW) atau lebar pancaran bernilai nol adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang sampai dengan nol
- Front to back ratio* adalah perbandingan antara *main lobe* dengan *back lobe*

2.3.3. Direktivitas Antena

Direktivitas antena merupakan pengarahannya konsentrasi energi dan besar pengarahannya pola radiasi suatu antena dimana semakin tinggi direktivitas suatu antena maka lebar berkas (*main beam*) pola radiasi akan semakin sempit sehingga antena semakin fokus [16]. Direktivitas antena bergantung pada pola radiasi yang dihasilkan antena tersebut. Pola radiasi antena yang mengarah sama ke segala arah memiliki direktivitas sama dengan 0 dB.

2.3.4. Efisiensi Antena

Efisiensi suatu antena merupakan perbandingan antara daya yang diradiasikan suatu antena dengan daya yang disalurkan ke antena tersebut dimana semakin tinggi efisiensi antena maka semakin banyak daya diradiasikan oleh antena tersebut, dan sebaliknya semakin rendah efisiensi antena maka semakin banyak daya yang diserap oleh antena dan menjadi hilang (*loss*) dalam antena yang disebabkan impedansi yang tidak cocok (*missmatch*) [16]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss missmatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\eta_{\epsilon R} = \frac{Prad}{P_{input}} \quad (2.10)$$

$$\eta_T \epsilon_T = M_L \cdot \epsilon_R \quad (2.11)$$

keterangan :



$\eta = \epsilon_R$	= Efisiensi antenna
$\eta_T = \epsilon_T$	= Efisiensi total
P_{rad}	= Daya yang diradiasikan antenna
P_{input}	= Daya yang dimasukan ke antenna
M_L	= <i>Loss mismatch</i> impedansi antenna

2.3.5. Gain Antena

Gain antena merupakan faktor perbandingan antara daya *output* atau *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) dengan daya *input* yang diberikan kepada suatu antena. Besarnya *gain* suatu antena dapat dihitung dengan membandingkan intensitas radiasi maksimum suatu antena dengan intensitas radiasi antena sumber dengan daya *input* yang sama. *Gain* mempunyai satuan *decibel* (dB), sedangkan satuan *gain* dengan antena sumber isotropik adalah *decibel isotropic* (dBi) [16]. *Gain* suatu antena berhubungan dengan direktivitas dan efisiensi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$G = D \cdot \epsilon_R \quad (2.12)$$

keterangan :

G	= <i>Gain</i> antena
D	= Direktivitas antena
ϵ_R	= Efisiensi antena

2.3.6. Impedansi Antena

Impedansi antena merupakan impedansi *input* yang diberikan antena terhadap rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena. Impedansi tersebut perbandingan antara tegangan dan arus atau medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya. Impedansi *input* juga parameter penting untuk mencapai kondisi yang sesuai (*matching*) dengan rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena [16]. Hubungan antara impedansi input (Z_{in}) dengan impedansi saluran transmisi (Z_0) akan menentukan besarnya nilai koefisien refleksi (Γ) yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$\Gamma = \frac{(Z_{in} - Z_0)}{(Z_{in} + Z_0)} \quad (2.13)$$

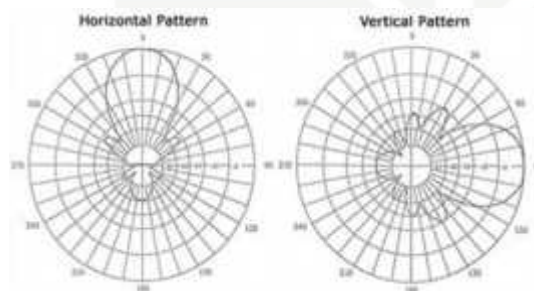
2.3.7. Polarisasi Antena

Polarisasi suatu antena merupakan informasi tentang kearah mana orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena tersebut [16]. Ada beberapa jenis polarisasi antena, yaitu :

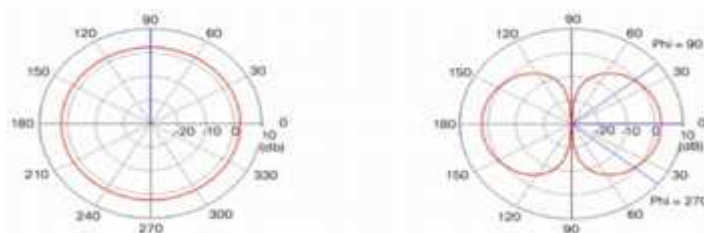
- Polarisasi linier, yaitu arah medan listrik tidak berubah terhadap waktu dan hanya orientasinya yang berubah-ubah positif dan negatif.
- Polarisasi vertikal, yaitu arah medan listrik mengarah vertikal antena
- Polarisasi horizontal, yaitu elemen antena horizontal terhadap permukaan tanah
- Polarisasi eliptis, yaitu perubahan waktu dan perambatan gelombang menyebabkan gelombang medan listrik dari gelombang tersebut melakukan putaran orientasi dengan penampang eliptis.

2.3.8. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena merupakan diagram radiasi yang menunjukkan distribusi daya yang dipancarkan oleh suatu antena. Besaran ini diukur dalam ruang pada medan jauh dengan jarak yang konstan terhadap antena dengan sudut yang bervariasi (sudut θ dan sudut ϕ). Pola radiasi antena juga menjelaskan bagaimana antena meradiasikan energi bebas atau bagaimana antena menerima energi melalui ruang bebas [16]. Berdasarkan pola radiasinya, maka antena dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu antena *unidirectional*, *isotropic* dan *omnidirectional* seperti gambar pola radiasi berikut ini.



(a)





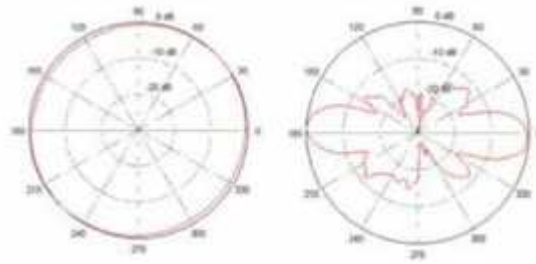
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



(c)

Gambar 2.8. Pola Radiasi (a) *Unidirectional*, (b) *Isotropic* dan (c) *Omnidirectional*
(Sumber : Balanis, 2005) [16]

2.3.9. Return Loss

Return loss merupakan perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* juga menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah suatu antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan. Antena yang baik memiliki nilai *return loss* -10 dB dimana nilai gelombang yang direfleksikan lebih kecil dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan saluran transmisi, sehingga saluran transmisi telah *matching* dengan antenna.

Return loss terjadi karena *missmatch* antara saluran transmisi dengan impedansi masukan antenna, besarnya *return loss* bervariasi bergantung pada frekuensi yang digunakan dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Return Loss (dB)} = -20 \log |\Gamma| \quad (2.14)$$

Γ = koefisien refleksi

2.3.10. Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum (V_{max}) dan tegangan minimum (V_{min}) pada suatu gelombang berdiri (*standing wave*) akibat adanya refleksi gelombang yang disebabkan tidak *matching*-nya impedansi *input* antenna dengan saluran transmisi dan *feeder* [16]. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi



tegangan (). Berikut ini adalah persamaan yang dirumuskan untuk mengetahui nilai VSWR suatu antenna [16].

$$VSWR = \frac{|V_{max}|}{|V_{min}|} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.15)$$

Koefisien refleksi tegangan () memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari adalah nol [16] , maka :

- a. $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat
- b. $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna.
- c. $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Antena yang baik adalah ketika VSWR bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada prakteknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk pabrikan antenna adalah VSWR 2.